



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06207244 A**(43) Date of publication of application: **26.07.94**

(51) Int. Cl.

C22C 38/00
C22C 38/12(21) Application number: **05001155**(22) Date of filing: **07.01.93**(71) Applicant: **KAWASAKI STEEL CORP**(72) Inventor: **YASUHARA HIDEKO**
SAKATA TAKASHI
KATO TOSHIYUKI**(54) THIN STEEL SHEET EXCELLENT IN BALANCE
OF STRENGTH AND DUCTILITY**

(57) Abstract:

PURPOSE: To secure high ductility and high r value and to improve the balance of strength and ductility by reducing the content of C, Mn, S, Al and Si in steel and adding specified amounts of P and Mo thereto.

CONSTITUTION: The compsn. of a thin steel sheet is constituted of, by weight, 20.001% C, 20.01% Si, 20.05%

Mn, 20.01% Al, 20.005% S, 20.002% N, 20.002% O and one or two kinds of 0.003 to 0.2% P and 0.05 to 0.8% Mo, and the balance Fe with inevitable impurities. As necessary, one or two kinds of 20.01% Nb and 0.01% Ti and 20.0006% B are furthermore incorporated therein. In this way, the thin steel sheet securing (the balance of strength and ductility) ≥ 17000 and having the material characteristics of ≥ 2.5 r value can be obtd.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP) (12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-207244

(43)公開日 平成6年(1994)7月26日

(51)Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 FI 技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 3 0 1 W
38/12

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-1155

(22)出願日 平成5年(1993)1月7日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 安原 英子

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 坂田 敬

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 加藤 俊之

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

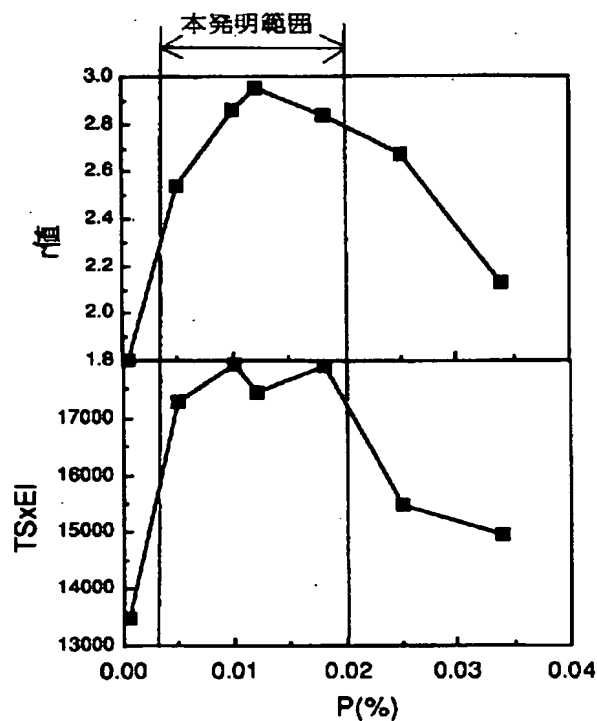
(74)代理人 弁理士 小川 順三 (外1名)

(54)【発明の名称】 強度-延性バランスに優れる薄鋼板

(57)【要約】

【構成】 C:0.001 wt%以下、 Si:0.01wt%以下、 Mn:0.05 wt%以下、 Al:0.01wt%以下、 S:0.005 wt%以下、 N:0.002 wt%以下、 O:0.002 wt%以下を含み、かつ P:0.003 ~0.02wt%、 Mo:0.05~0.8 wt%のうちから選んだ1種または2種を含有し、残部は Feおよび不可避免的不純物の組成とする。

【効果】 強度を低下させることなしに、伸びおよび r 値の向上、ひいては強度-延性バランスの向上を図ることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C：0.001 wt%以下、 Si：0.01wt%以下、

Mn：0.05 wt%以下、 Al：0.01wt%以下、
S：0.005 wt%以下、 N：0.002 wt%以下、
O：0.002 wt%以下

を含み、かつ

P：0.003 ~0.02wt%、 Mo：0.05~0.8 wt%
のうちから選んだ1種または2種を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になる強度-延性バランスに
優れる薄鋼板。

【請求項2】 C：0.001 wt%以下、 Si：0.01wt%以下、

Mn：0.05 wt%以下、 Al：0.01wt%以下、
S：0.005 wt%以下、 N：0.002 wt%以下、
O：0.002 wt%以下

を含み、かつ

P：0.003 ~0.02wt%、 Mo：0.05~0.8 wt%
のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらに
Nb：0.01wt%以下、 Ti：0.01wt%以下
のうちから選んだ1種または2種を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になる強度-延性バランスに
優れる薄鋼板。

【請求項3】 C：0.001 wt%以下、 Si：0.01wt%以下、

Mn：0.05 wt%以下、 Al：0.01wt%以下、
S：0.005 wt%以下、 N：0.002 wt%以下、
O：0.002 wt%以下

を含み、かつ

P：0.003 ~0.02wt%、 Mo：0.05~0.8 wt%
のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらに
B：0.0006wt%以下
を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になる
強度-延性バランスに優れる薄鋼板。

【請求項4】 C：0.001 wt%以下、 Si：0.01wt%以下、

Mn：0.05 wt%以下、 Al：0.01wt%以下、
S：0.005 wt%以下、 N：0.002 wt%以下、
O：0.002 wt%以下

を含み、かつ

P：0.003 ~0.02wt%、 Mo：0.05~0.8 wt%
のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらに
Nb：0.01wt%以下、 Ti：0.01wt%以下
のうちから選んだ1種または2種と、
B：0.0006wt%以下
とを含有し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になる
強度-延性バランスに優れる薄鋼板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、各種成形加工用鋼板 50

2

としての用途に供して好適な強度-延性バランスに優れる薄鋼板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 連続焼鈍法に代表される短時間の加熱-冷却処理からなる焼鈍プロセスでは、製品の材質は素材の化学成分に強い影響を受ける。そこで、加工用鋼板として開発された極低炭素鋼については、鋼中に不可避に混入するC、Nの悪影響を解消すべく、Ti、Nb等の炭窒化物形成元素を単独または複合添加することによってC、Nの固定を図っている。炭窒化物形成元素添加鋼としては、たとえば特公昭44-18066号公報、特開昭59-67322号公報および特開昭59-89727号公報にTi添加鋼が、また特公昭54-1245号公報、特公昭59-34778号公報、特開昭58-81952号公報および特開昭59-123721号公報にはNb添加鋼が、さらに特開昭59-67319号公報にはTi、Nb複合添加鋼がそれぞれ開示されている。

【0003】 一方、最近では製鋼技術の進歩によって、C、Nの低減は比較的容易となり、30 ppm以下の生産が可能となっている。例えば特開平4-72036号公報には、素材としてC、Mn、AlおよびNを低減した電析鉄を用いることにより、 $r \geq 2.5$ 、全EI $\geq 58\%$ という優れた特性が得られる旨が報告されている。しかしながら、このようにして高r値、高延性を実現した鋼板、たとえばr値=2.97、EI=61.1%の鋼板であっても、そのT.S.は242 MPaにすぎず、また強度-延性バランス(T.S.×EI)は15000以下と低い。

【0004】 かくして現在、C、Nの低減を図り、かつTi、Nb等の炭窒化物形成元素を添加した連続焼鈍材の材質特性は、T.S.：230 ~260 MPa、全EI：45~55%、r値：1.5 ~2.4、強度-延性バランス：15000以下程度である。これに対し、自動車のオイルパンやフェンダー等については、極めて過酷なプレス加工によって成形されることから、深絞り性および延性については一層の向上が要望されている。しかしながら、上述したとおり、一般に高純度化によって延性を向上させた場合には、強度が低下し、プレス成形時にしわが発生し易くなることから、成形が不可能とされていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 この発明は、強度を低下させることなしに高延性および高r値を確保して、強度-延性バランスに優れる薄鋼板を提供する。すなわち、(T.S.×EI) ≥ 17000 を確保し、しかもr値が2.5以上の材質特性を有する薄鋼板を提供することが、この発明の目的である。

【0006】

【課題を解決するための手段】 成形性における2つの基本特性である張り出し性すなわち全伸びと深絞り性とを同時に満足することは極めて難しい。張り出し性は、鋼の純度を上げ、鋼中の微細な析出物が減少することにより、著しく向上する。しかし、単純に高純度化すると、

熱延時における粒成長が著しいため、かなり粗大な結晶粒が生成し、強度および r 値の低下を招く。そこで、発明者らは、上記の問題を克服すべく鋭意実験と検討を重ねた結果、C、Mn、S、Al、Si等の量を従来よりも一層低減すると同時に、PやMoを添加することによって、所期した目的が有利に達成されることの知見を得た。この発明は、上記の知見に立脚するものである。

【0007】すなわち、この発明の要旨構成は次のとおりである。

1. C:0.001 wt% (以下単に%で示す) 以下、Si:0.01%以下、Mn:0.05%以下、Al:0.01%以下、S:0.005%以下、N:0.002%以下、O:0.002%以下を含み、かつP:0.003~0.02%、Mo:0.05~0.8%のうちから選んだ1種または2種を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の組成になる強度-延性バランスに優れた薄鋼板(第1発明)。

【0008】2. C:0.001%以下、Si:0.01%以下、Mn:0.05%以下、Al:0.01%以下、S:0.005%以下、N:0.002%以下、O:0.002%以下を含み、かつP:0.003~0.02%、Mo:0.05~0.8%のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらにNb:0.01%以下、Ti:0.01%以下のうちから選んだ1種または2種を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の組成になる強度-延性バランスに優れた薄鋼板(第2発明)。

【0009】3. C:0.001%以下、Si:0.01%以下、Mn:0.05%以下、Al:0.01%以下、S:0.005%以下、N:0.002%以下、O:0.002%以下を含み、かつP:0.003~0.02%、Mo:0.05~0.8%のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらにB:0.0006%以下を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の組成になる強度-延性バランスに優れた薄鋼板(第3発明)。

【0010】4. C:0.001%以下、Si:0.01%以下、Mn:0.05%以下、Al:0.01%以下、S:0.005%以下、N:0.002%以下、O:0.002%以下を含み、かつP:0.003~0.02%、Mo:0.05~0.8%のうちから選んだ1種または2種を含有し、さらにNb:0.01%以下、Ti:0.01%以下のうちから選んだ1種または2種と、B:0.0006%以下とを含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物の組成になる強度-延性バランスに優れた薄鋼板(第4発明)。

【0011】

【作用】以下、この発明において成分組成を上記の範囲に限定した理由について説明する。

C:0.001%以下

Cは、低いほど材質の面で有利であり、またCが多いと必然的にCを固定するために必要なTi量が増大し、複合析出物の生成量が増えるために、材質の一層の低下を招く。そのため許容上限を0.001%とした。

【0012】Si:0.01%以下

Siは、極低炭素鋼において適正な強度を確保する元素として添加されるが、Siには脆性を助長する作用があり、また化成処理を阻害する元素でもあるので、上限を0.01%に限定した。

【0013】Mn:0.05%以下

Mnは、Siと同様、適正な強度確保に、また熱間脆性の原因となるSを固定する上でも有用な元素であるが、一方で延性の低下をもたらすので、上限を0.05%に限定した。

【0014】Al:0.01%以下

Alは、脱酸に必要な元素であるが、あまりに多量の添加は介在物の増加を招き延性が劣化するので、0.01%以下とした。

【0015】S:0.005%以下

Sは、多量に含まれると粒界脆化が発生し易く、二次加工脆性の劣化をもたらすので、極力低減することが望ましいが、0.005%以下で許容できる。

【0016】N:0.002%以下

Nは、Cと同様、成形性、深絞り性の面からは極力低減することが望ましいが、0.002%以下の範囲で許容できる。

【0017】O:0.002%以下

Oは、鋼中では Al_2O_3 として存在しており、Oが多いと、微細な酸化物ができ、加工性を阻害する。よって、その上限を0.002%とした。

【0018】P:0.003~0.02%

Pは、この発明において特に重要な元素である。この発明のように、C、SおよびN等を低減して高純度化すると、熱延板の結晶粒径が粗大となり強度の低下を余儀なくされるが、Pを適正量添加してやれば、 r 値、 $E1$ 等を劣化させることなしに強度の向上を図り得るのである。図1に、P含有量と r 値および(T.S.×EI)との関係について調べた結果を示すが、Pを添加することにより、 r 値および(T.S.×EI)とも著しく向上する。しかしながら、含有量が0.003%に満たないとその添加効果に乏しく、一方0.02%を超えて添加しても逆に効果は低下し、耐二次加工脆性が劣化するので、Pは0.003~0.02%の範囲で添加するものとした。

【0019】Mo:0.05~0.8%

Moも、P同様、この発明においては重要な元素である。すなわち上述したように、強度を低下させずに高延性を保つ上で、MoはPと均等な効果がある。図2に、Mo含有量と r 値および(T.S.×EI)との関係を示すが、Moの添加によって r 値および(T.S.×EI)とも著しく向上する。しかしながら、含有量が0.05%未満では添加の効果があまり見られず、一方0.8%を超えて添加しても逆に効果は低下するので、0.05~0.8%の範囲で添加するものとした。

【0020】以上、基本成分について説明したが、この

発明では、さらに深絞り性改善元素としてNbまたはTiの少なくとも何れか一種を、また耐二次加工脆性改善元素としてBを添加することもできる。

Nb：0.01%以下

C、Nの低減だけでは固溶C、Nを完全になくすことができないので、必ずしも十分な材質が得られるとは限らない。この点、Ti、Nbなどの炭窒化物形成元素を添加してやれば、固溶C、固溶Nを完全に固定することができるので、深絞り性は良好となる。Nbは、炭窒化物の形成によって固溶Cや固溶Nを完全に固定することにより、深絞り性を向上させる有用元素であるが、含有量が0.01%を超えると伸びの低下等を招くので、0.01%以下で含有させるものとした。

【0021】Ti：0.01%以下

Tiは、Nbと同様、炭窒化物を形成することにより固溶C、Nを完全に固定し、深絞り性の向上に有効に寄与するが、含有量が0.01%を超えると伸びの低下等を招くので、0.01%以下で含有させるものとした。

【0022】B：0.0006%以下

この発明鋼では、とくにCを低減しているため、粒界は非常に清浄であり、その結果、加工後に粒界破壊を起こし易い。Bは、Cと同様、結晶粒界を強化する働きがあるとされており、耐二次加工脆性向上のため必要に応じて添加する。しかしながら、過剰のB添加は、r値、E1を劣化させる傾向が強いため、材質劣化が大きく、深絞り用鋼板として好ましくない。そこで、Bは上述した効果が有効に発現する0.0006%以下の範囲で添加するものとした。

【0023】次の、この発明鋼の製造条件について説明する。

熱延条件

この発明では、熱延条件は特に規制されることはなく、通常行われている方法でよい。省エネルギーの観点より連続鑄造スラブを再加熱または連続鑄造後Ar₃変態点以下に降温することなく、直ちにもしくは保温処理を施した後、粗圧延を行うことが好ましい。ここに、熱延仕上げ温度は、加工性向上の観点からAr₃変態点以上とするのが好ましい。また、熱延巻取り温度は、300～800℃の範囲で良いが、析出の促進および粗大化による加工性

の改善には500℃以上の巻取り温度が好適である。

【0024】冷延圧下率

この発明において、冷延圧下率は通常行われている方法でよく、50～90%が好適である。

【0025】再結晶焼鈍条件

この発明においては、焼鈍条件も通常行われている方法でよく、再結晶温度以上であれば良い。この発明鋼は再結晶温度が低いので、650～850℃の範囲であれば良好な特性が得られる。

【0026】

【実施例】

実施例1

C：0.0007%、Si：0.005%、Mn：0.03%、S：0.003%、N：0.0008%、Al：0.005%、O：0.0015%およびP：0.01%を含有し、残部は実質的にFeの組成になる鋼スラブを、1250℃、30分間加熱した後、熱間圧延に供した。熱間圧延における仕上げ温度は860℃、CT処理温度は700℃とした。ついで酸洗後、板厚：0.7mmまで冷間圧延し、400～950℃の種々の温度に20秒間加熱保持する連続焼鈍を施した。その後0.8%のスキンプラス圧延を施した。かくして得られた鋼板からJIS5号引っぱり試験片を切り出したのち、材料特性を測定した。

【0027】図3に、焼鈍温度とr値および(T.S.×E1)との関係を示す。同図に示したとおり、焼鈍温度が650℃以上であれば、極めて高いr値および(T.S.×E1)が得られている。

【0028】実施例2

実験用真空溶解炉において、表1に示す組成になる鋼を溶製し、連続鑄造でスラブとしたのち、1250℃に加熱後、熱間粗圧延により厚さ：3.5mmのシートバーとした。ついで、仕上げ温度：900℃で熱間仕上げ圧延を施したのち、650℃でコイルに巻き取り、引き続き冷間圧延を施して厚さ：0.7mmの冷延板とした。その後、800℃、20sで連続焼鈍を施したのち、0.8%のスキンプラスを施した。かくして得られた鋼板の材料特性について調査した結果を表2に示す。

【0029】

【表1】

1414

供試鋼	化 学 成 分 (wt%)												備 考
	C	Si	Mn	Al	S	N	O	P	Mo	Nb	Ti	B	
A	0.0010	0.003	0.02	0.003	0.002	0.0015	0.0015	—	0.2	—	—	—	第1発明
B	0.0007	0.005	0.05	0.010	0.004	0.0017	0.0016	0.010	—	—	—	—	"
C	0.0008	0.007	0.04	0.006	0.001	0.0013	0.0016	0.018	0.09	—	—	—	"
D	0.0008	0.010	0.05	0.002	0.005	0.0008	0.0014	0.005	0.5	—	0.008	—	第2発明
E	0.0010	0.006	0.03	0.004	0.003	0.0015	0.0012	0.008	0.4	0.009	—	0.0003	第4発明
F	0.0006	0.004	0.01	0.005	0.0008	0.0010	0.0020	0.012	—	0.005	—	0.0005	"
G	0.0009	0.008	0.04	0.007	0.005	0.0018	0.0017	0.011	—	—	0.006	—	第2発明
H	0.0005	0.008	0.04	0.001	0.0005	0.0020	0.0018	0.008	0.3	0.008	0.01	0.0004	第4発明
I	0.0007	0.007	0.03	0.008	0.003	0.0015	0.0015	0.004	0.15	—	—	0.0006	第3発明
J	0.0010	0.010	0.03	0.009	0.003	0.0020	0.0018	0.016	—	—	—	0.0002	"
K	0.0025	0.008	0.030	0.008	0.027	0.0016	0.0037	—	0.01	—	—	—	比較例
L	0.0007	0.020	0.005	0.020	0.100	0.0040	0.0012	0.030	—	—	0.007	—	"
M	0.0008	0.031	0.004	0.007	0.004	0.0016	0.0040	0.024	—	0.04	0.03	—	"
N	0.0010	0.010	0.100	0.004	0.001	0.0017	0.0015	—	1.5	0.08	—	0.0002	"
O	0.0018	0.005	0.002	0.010	0.003	0.0016	0.0010	0.050	1.3	0.003	0.006	0.0025	"

—部は、適正範囲外を示す。

【0030】

【表2】

No.	供試鋼	材 料 特 性 (いずれも平均値)					備 考
		Y. S. (MPa)	T. S. (MPa)	E l (%)	r	T. S. × E l	
1	A	129	275	62	2.5	17013	第1発明
2	B	142	294	60	2.7	17640	"
3	C	147	285	63	2.6	17905	"
4	D	156	306	59	2.7	18054	第2発明
5	E	137	298	58	2.6	17284	第4発明
6	F	150	282	61	2.5	17202	"
7	G	148	289	60	2.7	17340	第2発明
8	H	154	315	55	2.8	17325	第4発明
9	I	144	285	60	2.6	17100	第3発明
10	J	150	290	59	2.5	17100	"
11	K	174	336	47	1.8	15792	比較例
12	L	165	290	55	2.0	15950	"
13	M	156	294	50	1.8	14700	"
14	N	154	313	43	2.1	13485	"
15	O	159	341	48	1.9	16368	"

【0031】表2から明らかなように、この発明の成分組成を満足する鋼A～Jはいずれも、 $(T.S. \times EI) > 17000$ であつて r 値 ≥ 2.5 という優れた材質を呈している。これに対し、成分組成がこの発明の適正範囲を外れる鋼K～Oはいずれも、T.S. はともかく、EI が低く、結果として $(T.S. \times EI) < 16000$ の材質しか得られなかった。

【0032】

【発明の効果】かくしてこの発明によれば、強度を低下させることなしに、伸びおよび r 値の向上を図ることが

でき、ひいては強度－延性バランスに優れた薄鋼板を得ることができる。

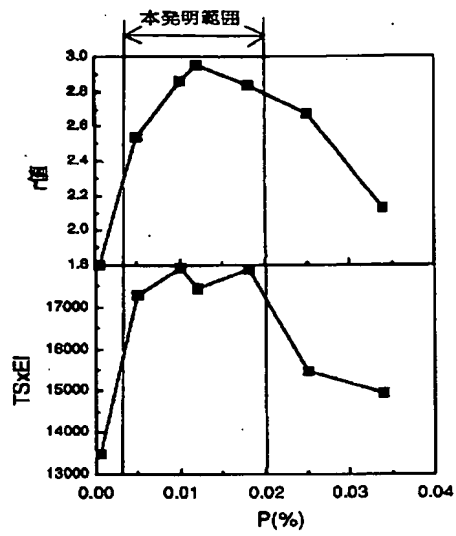
【図面の簡単な説明】

【図1】P含有量と r 値および $(T.S. \times EI)$ との関係を示したグラフである。

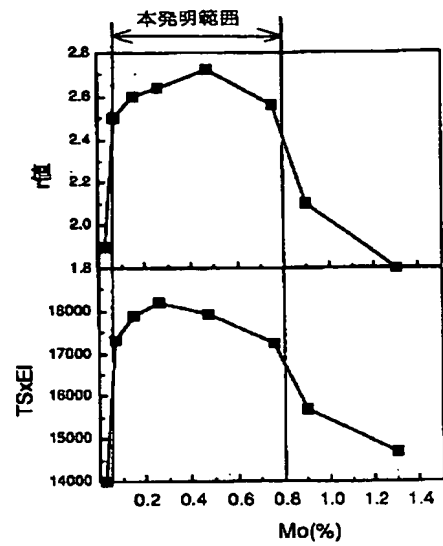
【図2】Mo含有量と r 値および $(T.S. \times EI)$ との関係を示したグラフである。

30 【図3】焼鈍温度と r 値および $(T.S. \times EI)$ との関係を示したグラフである。

【図1】



【図2】



【図3】

